

Таким образом собрана и исследована система охлаждения с жидкопоршневым пузырьковым насосом. Ее преимуществом является способность передавать теплоту с высокой эффективностью в направлении, противоположном силе тяжести. Системы теплопередачи на основе тепловых труб (в частности, термосифоны), являющиеся аналогами исследуемой системы, эффективно передают теплоту при благоприятном расположении в поле сил тяжести (вертикальное расположение, когда передача теплоты происходит снизу вверх). При горизонтальном расположении производительность термосифонов снижается в несколько раз, при неблагоприятном влиянии сил тяжести термосифоны не работают.

Необходимая глубина и расстояние передачи теплоты по горизонтали для системы охлаждения с жидкопоршневым пузырьковым насосом достигаются путем изменения конфигурации U-образного контура. Для уточнения максимальных расстояний теплопередачи требуются дополнительные исследования.

Кроме этого, система охлаждения с жидкопоршневым пузырьковым насосом является саморегулируемой (в диапазоне температур, при котором происходит снарядный режим кипения). Чем выше разность между температурой охлаждаемой среды и температурой рабочего тела в испарителе насоса, тем больше частота образования и размер пузырей пара, следовательно, выше расход перекачиваемой жидкости и отводимая мощность.

Список литературы

1. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Изд. 2-е, доп. и пер. М. : Наука, 1972. С. 427.

УДК 621.65

Никитин А. Д., Стариков Е. В.
Уральский федеральный университет,
studentshurik@gmail.com

СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОПОРШНЕВОГО ПУЗЫРЬКОВОГО НАСОСА В ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ СИСТЕМАХ

Жидкопоршневой пузырьковый насос преобразует тепловую энергию в работу по перекачиванию жидкости. При парообразовании и последующей конденсации паровых снарядов в узком канале объем паровой фазы изменяется. Это изменение объема используется для перекачивания жидкости.

Жидкопоршневой пузырьковый насос может применяться в различных областях техники, в которых необходимо перекачивание жидкости и существует большое количество сбросной тепловой энергии. При использовании сбросной теплоты повышается энергоэффективность технологического процесса.

Возможно применение жидкопоршневого пузырькового насоса в качестве циркуляционного насоса в системах отопления небольших домов (коттеджей).

Движение теплоносителя в системе отопления возможно и за счет естественной конвекции. Однако при большой протяженности системы отопления или при наличии в доме двух и более этажей естественная конвекция не обеспечивает достаточной скорости циркуляции теплоносителя. Циркуляционный насос устанавливается для увеличения скорости движения теплоносителя в системе отопления и, следовательно, для более равномерного распределения температуры в доме.

При использовании в системе отопления пузырьковый насос имеет высокую эффективность. При работе насоса значительная часть подводимой мощности теряется, во-первых, на нагрев перекачиваемой воды, во-вторых, на нагрев окружающей среды через стенки трубки и напорной линии (потери из-за теплопроводности), в-третьих, на нагрев окружающей среды при конденсации пузыря. В системе отопления все перечисленные потери насоса являются «полезными» для отапливаемого помещения, потому что за счет них осуществляется либо нагрев воды в системе отопления, либо нагрев отапливаемого помещения в месте установки насоса (конденсатор насоса является для помещения радиатором отопления).

Возможно два варианта применения жидкопоршневого пузырькового насоса. Первый вариант – пузырьковый насос как отдельный элемент в системе отопления. Насос нужно располагать в системе отопления сразу за отопительным котлом (для увеличения температуры перекачиваемой воды и эффективности насоса). Данный вариант подходит для любой проектируемой или существующей системы отопления. Недостатком является необходимость в дополнительном источнике тепловой энергии для насоса.

Второй вариант использования жидкопоршневого пузырькового насоса в системе отопления – совмещение насоса с отопительным котлом или печью (рис. 1). При этом тепловая энергия, выделяющаяся в результате сжигания топлива (газа, торфа, дров), будет использоваться не только для нагрева теплоносителя в системе отопления, но и для обеспечения его циркуляции. Испаритель пузырькового насоса может располагаться в топке котла или в дымовой трубе (использование теплоты отходящих газов). Данный вариант требует внесения изменений в конструкцию котла или печи. Это возможно либо при изготовлении котлов (внедрение пузырькового насоса в котельное оборудование на заводе-изготовителе), либо при модернизации существующих печей. Актуальной может быть модернизация дровяных печей (размещение бака для нагрева воды и пузырькового насоса для ее перекачивания, создание таким образом отопительного контура с теплоносителем, циркулирующим без использования электроэнергии).

Другим направлением применения жидкопоршневого пузырькового насоса является использование в качестве циркуляционного насоса в системах

охлаждения. При этом источником теплоты для работы насоса будет охлаждаемая среда.

Несмотря на относительно низкую эффективность пузырькового насоса при перекачивании жидкости, при использовании насоса в системе охлаждения его эффективность как охлаждающего устройства будет высокой. Все потери насоса будут «полезными», потому что они отводятся от охлаждаемого элемента в окружающую среду.

Известно, что температура земли на глубине 2–4 метра значительно ниже температуры воздуха в летний период. В деревенских домах создаются ямы для хранения овощей, температура в летний период в ямах, по опыту авторов, не превышает 10 °С. Поэтому возможно создание системы для кондиционирования воздуха, которая будет отводить теплоту от воздуха в помещении и передавать ее земле на глубине нескольких метров.

На рис. 2 представлена схема системы для кондиционирования воздуха с жидкопоршневым пузырьковым насосом. Система представляет собой U-образный контур. К верхней части контура присоединен жидкопоршневой пузырьковый насос, состоящий из испарителя, конденсатора, впускного и выпускного обратных клапанов. Нижняя часть U-образного контура должна быть зарыта в землю на глубину 2–4 метра. Все элементы системы, находящиеся на воздухе (кроме испарителя), покрыты тепловой изоляцией. Контур заполнен теплоносителем, температура кипения которого ниже температуры воздуха в помещении (20–22 °С).

Система работает следующим образом. В испарителе насоса образуется крупный паровой пузырь. При этом порция теплоносителя, равная объему пузыря, выталкивается в компенсатор за выпускным клапаном. Под воздействием силы тяжести уровень теплоносителя в компенсаторах уравнивается. Часть тепло-

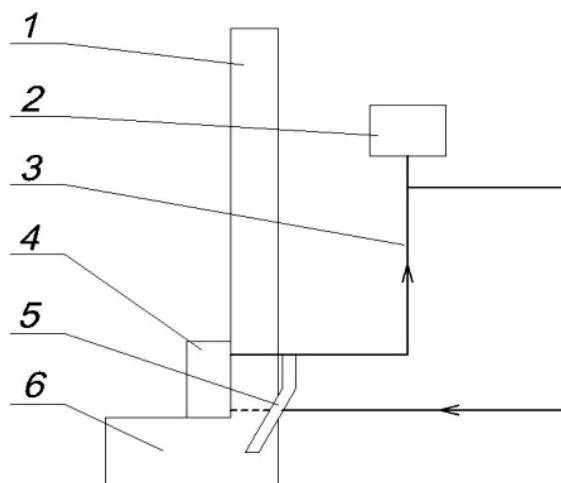


Рис. 1. Жидкопоршневой пузырьковый насос, совмещенный с печью: 1 – дымовая труба; 2 – расширительный бак; 3 – отопительный контур; 4 – бак для нагрева воды; 5 – пузырьковый насос; 6 – топка печи

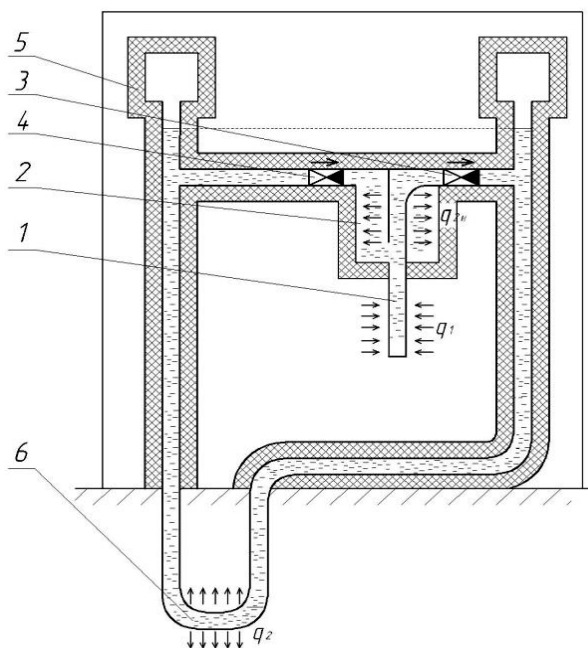


Рис. 2. Схема системы кондиционирования воздуха: 1 – испаритель насоса; 2 – конденсатор насоса; 3 – выпускной обратный клапан; 4 – впускной обратный клапан; 5 – компенсатор; 6 – теплообменник

носителя, равная половине вытолкнутой порции, проходит через теплообменник и отдает теплоту земле. Паровой пузырь всплывает в конденсатор и конденсируется, отдавая теплоту теплоносителю. При этом всасывается новая порция теплоносителя, уровень в компенсаторе перед впускным клапаном уменьшается, для уравнивания уровня часть нагретого теплоносителя (половина всосанной порции) проходит через теплообменник и отдает теплоту земле. Таким образом, теплота воздуха при конденсации пузыря передается теплоносителю, который циркулирует под действием жидкопоршневого пузырькового насоса и силы тяжести и передает теплоту земле на глубине в несколько метров.

При использовании жидкопоршневого пузырькового насоса в теплопередающих системах значительно повышается его эффективность. Применение жидкопоршневого пузырькового насоса позволяет создавать системы отопления и охлаждения, обладающие достаточной производительностью и не зависящие от электрической энергии. Такие системы имеют повышенную надежность и могут применяться в районах, где отсутствует централизованное электроснабжение. При использовании жидкопоршневым пузырьковым насосом теплоты охлаждаемой среды увеличивается эффективность использования энергии.

УДК 621.65

Никитин А. Д., Стариков Е. В.
Уральский федеральный университет,
studentshurik@gmail.com

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИДКОПОРШНЕВОГО ПУЗЫРЬКОВОГО НАСОСА

Жидкопоршневой пузырьковый насос – это устройство, использующее тепловую энергию для перекачивания жидкости. Поскольку в узких каналах паровые снаряды образуются со скоростью, значительно превышающей скорость всплытия снаряда [1], то при парообразовании и последующей конденсации паровых снарядов в узком канале объем паровой фазы изменяется. Это изменение объема используется для перекачивания жидкости.

Жидкопоршневой пузырьковый насос состоит из вертикально расположенного рабочего канала (трубки малого диаметра), нижний конец которого заглушен, а к верхнему концу присоединены с помощью тройника впускной и выпускной обратные клапаны. К нижней части канала – испарителю – подводится тепловая энергия, в верхней части канала – конденсаторе – тепловая энергия отводится.

В описанное выше устройство насоса вносились изменения и проводилось исследование производительности полученной конструкции. Целью исследований являлось выявление изменений, позволяющих увеличить расход перекачиваемой воды и высоту ее подъема.